

Química “À volta da Lua” (de Júlio Verne)



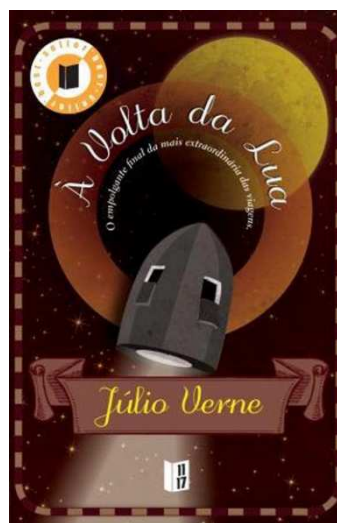
Júlio Verne publicou, em 1870, o livro “À volta da Lua” no qual descreve as aventuras dos tripulantes de um projétil numa viagem à Lua.

O autor francês explora como se lidaria com problemas como a propulsão, o fornecimento de oxigénio e a contaminação da atmosfera por dióxido de carbono, isto cerca de um século antes da primeira viagem espacial à Lua.

A obra “All around the Moon” está disponível, em inglês e como e-book do Projeto Gutenberg, em:

www.gutenberg.org/files/16457/16457-h/16457-h.htm.

Os excertos em português que são citados constam do livro “À volta da Lua” da edição de 2011 da Bretrand Editora, Lda.



Esta atividade é baseada no *workshop* do Dr. Bernhard Sturm (Neues Gymnasium Oldenburg – Alemanha) apresentado em 2013 na ESA Summer Workshop for Teachers, Noordwijk, Holanda.

Aceite para publicação em 30 de maio de 2014.

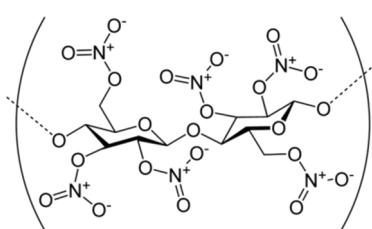
 **casa das ciências.org**

Publicado sob uma Licença Creative Commons

Propulsão

“E estamos enclausurados numa bala, no fundo de um canhão de novecentos pés! E, por baixo desta bala, acumulam-se quatrocentas mil libras de algodão-pólvora, o equivalente a um milhão e seiscentas mil libras de pólvora comum!” (página 19)

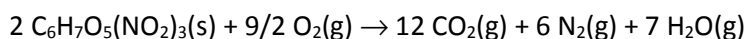
“Subitamente, produziu-se um choque estrondoso, e o projétil, sob o impulso de seis biliões de litros de gases desenvolvidos pela deflagração do piróxilo, elevou-se no espaço.” (página 20)



O método de propulsão descrito no livro envolve a combustão de 400 000 libras de algodão-pólvora (cerca de 180 toneladas). O algodão-pólvora, nitrocelulose ou piróxilo é um composto inflamável, de composição variável, obtido pela nitração da celulose (normalmente algodão em contacto com ácido nítrico).

Este exemplo pode ser usado como uma aplicação do cálculo da entalpia de reação. Recorrendo a valores tabelados* é possível estimar a entalpia da reação que fornece a energia para propulsionar o projétil na direção da Lua. A composição da nitrocelulose é representada pela fórmula química $C_6H_{10-x}O_5(NO_2)_x$, mas neste exercício considera-se a composição $C_6H_7O_5(NO_2)_3$.

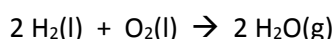
A reação de combustão pode ser descrita pela seguinte equação química:



A variação de entalpia pode ser estimada usando a energia média de dissociação das ligações interatômicas dos reagentes e produtos:

$$\begin{aligned} \Delta H^0 &= \sum D^0_{(\text{reagentes})} - \sum D^0_{(\text{produtos})} = [2 \times (9\ 782) + 9/2(494)] - [12 \times (1\ 598) + 6 \times (942) + 7 \times (918)] = \\ &= 21\ 787 - 31\ 254 = -9\ 467 \text{ kJ (ou -4\ 733 kJ/mol ou -15,93 kJ/g de piróxilo)} \end{aligned}$$

Atualmente utilizam-se hidrogénio e oxigénio líquidos como fonte de energia para propulsão de foguetões.



A variação de entalpia da reação é maior, por unidade de massa de hidrogénio.

$$\begin{aligned} \Delta H^0 &= \sum D^0_{(\text{reagentes})} - \sum D^0_{(\text{produtos})} = [2 \times (432) + 494] - [4 \times (459)] \\ &= 1\ 358 - 1\ 836 = -478 \text{ kJ (ou -239 kJ/mol ou -119,5 kJ/g de hidrogénio)} \end{aligned}$$

* http://www.wiredchemist.com/chemistry/data/bond_energies_lengths.html

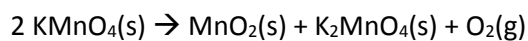
Abastecimento de oxigénio

“O aparelho de Reiset e Regnaut, destinado à produção de oxigénio, estava abastecido de clorato de potassa suficiente para dois meses.” (página 44)

O clorato de potassa ou clorato de potássio (KClO_3) é um oxidante que por ação do calor é decomposto com libertação de oxigénio.



Por uma questão de segurança, este não deve ser utilizado na experiência a seguir descrita, mas pode ser substituído por permanganato de potássio. Ao aquecer num tubo de ensaio cerca de 1 g de KMnO_4 , o sólido reage e dá-se a libertação de oxigénio por ação do calor que pode ser detetada introduzindo um objeto incandescente no tubo.

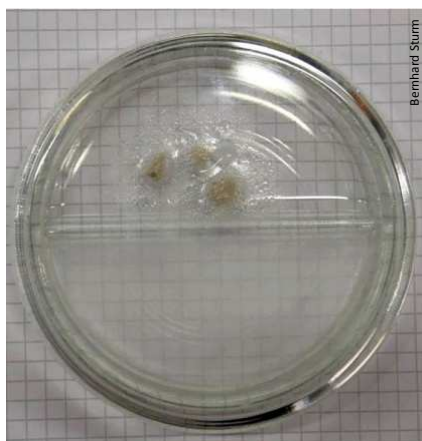


Na Estação Espacial Internacional a principal fonte de oxigénio é a eletrólise de água, mas também têm oxigénio pressurizado armazenado.

Remoção de dióxido de carbono

“Mas não bastava renovar o oxigénio gasto, tornava-se ainda necessário absorver o ácido carbónico produzido pela expiração. (...) No fundo do projétil, colocou vários recipientes contendo potassa cáustica, depois de bem agitada; esta matéria, muito ávida de ácido carbónico, absorveu-o completamente, purificando, assim, o ar interior.”
(página 44)

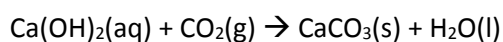
A potassa cáustica, ou hidróxido de potássio (KOH), é um composto corrosivo e uma base forte que reage com o dióxido de carbono. Esta reação origina produtos solúveis pelo que se propõe uma experiência ligeiramente diferente, mas que também ilustra como é possível remover dióxido de carbono por ação de uma base.



A experiência requer uma caixa de Petri com duas divisões e uma tampa. Numa das divisões colocam-se pedaços de calcário ou mármore aos quais é adicionado ácido clorídrico de concentração 1 mol/dm^3 . O dióxido de carbono produzido simula a respiração dos tripulantes.



Na outra divisão coloca-se uma solução de hidróxido de cálcio. O hidróxido de cálcio reage com o dióxido de carbono originando carbonato de cálcio, que precipita.



A solução de hidróxido de cálcio torna-se turva. A divisão da caixa de Petri que contém esta solução torna-se opaca devido à reação que remove o dióxido de carbono. A evolução da reação é mais fácil de acompanhar se a caixa de Petri for colocada sobre uma folha quadriculada ou sobre um retroprojektor.

Atualmente o processo de remoção do dióxido de carbono é distinto. A Estação Espacial Internacional contém um sistema CDRA (Carbon Dioxide Removal Assembly) que usa zeólitos para remover o dióxido de carbono do ar através de um processo físico de adsorção.